

ми, які користуються послугами залізничного транспорту, за рахунок своєчасного та безперебійного надання вагонів під перевезення. Ще одним позитивним моментом цього методу є покращення використання пропускнуєї спроможності внаслідок ліквідації згущення підводу порожніх вагонів.

1. Концепція та Програма реструктуризації на залізничному транспорті України. – К.: НАБЛА, 1998. – 145 с.

2. Петренко Л.М., Габа В.В. Перевезення вантажів залізничним транспортом. – К.: НАБЛА, 2003. – 240 с.

3. Мелехов А.Н., Бернштейн Л.С., Коровин С.Я. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой. – М.: Наука, 1990. – 175 с.

*Отримано 16.07.2004*

УДК 519.24 : 658.15 (628.148)

**Е.Е.ДАШЕВСКАЯ**

*ТПО «Харьковкоммунпромвод»*

## **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ПРИ ПОСТРОЕНИИ АСУ ПОТОКОРАСПРЕДЕЛЕНИЕМ В ИС**

Рассматривается метод аналитического исследования данных – нейронные сети. Анализируется практическое применение метода для оптимизации процедуры принятия решений потокораспределением в ИС.

Управление сложным производственно-экономическим предприятием затруднительно без обратной связи, которая заключается в накоплении и анализе данных, отражающих состояние этого предприятия и ситуацию вокруг него. Обладая всеми данными о состоянии потокораспределительной системы инженерных сетей (ИС) и ее элементов во времени, можно отслеживать динамику процессов, что особенно важно для поддержки принятия решения [1]. Проблема извлечения и исследования необходимой информации из оперативных и исторических данных стала актуальной ввиду того, что это позволяет использовать новые знания путем поиска скрытых зависимостей и закономерностей в процессе обеспечения информационной системы поддержки принятия решения.

До недавнего времени единственным механизмом анализа данных для поддержки принятия решений было использование заранее запрограммированных запросов с генерацией стандартных отчетов [2]. При продолжительном использовании такие системы разрастались до огромных наборов жестко заданных запросов. Необходимость универсализации определения запросов и способов обработки данных вызвало формирование идеологии интерактивного динамического анализа с

многомерными моделями. Воплощением такой идеологии стала технология извлечения знаний из баз данных (Data Mining), позволяющая создавать адаптивные модели производственных процессов и находить оптимальные решения в изменчивой среде.

Сегодня сложные условия эксплуатации инженерных сетей не оставляют сомнения в необходимости исследования оперативных и исторических данных для прогнозирования технологических процессов.

В настоящей работе рассматриваются методологические и инструментальные средства анализа статистической информации предприятия для поддержки принятия решений в управлении объектами на основе нейронных сетей.

Основная задача АСУ – поддержка принятия стратегических решений на основе углубленной аналитической обработки оперативной информации и выявленных зависимостей исторических данных. Цель построения математической модели технологического процесса предприятия заключается в анализе деятельности предприятия и построении такой модели, посредством которой можно генерировать управленческие решения на стадии прогнозирования [2]. Нахождение правильных решений на каждом этапе прогноза и учет изменений, связанных с принятием этих решений, позволяет сокращать количество машинного времени и вычислительных мощностей.

Рассмотрим метод нейронных сетей для определения факторов, влияющих на выбор наиболее выгодного, в стоимостном отношении, того или иного метода реконструкции потокораспределительных магистралей.

Данные, выбранные для анализа, содержат 209 записей и 11 параметров. Каждая запись относится к аварийному участку трубопровода, а параметры содержат следующие данные: вид повреждения, диаметр трубопровода, количество повреждений за пять лет, год укладки, материал, протяженность аварийного участка, среднее количество повреждений на километр трубопровода, объем утечки, стоимости санации, замены и строительства новых участков трубопровода.

Работа этого алгоритма основана на взаимодействии нейронов в иерархической структуре. При этом свойства этой сетевой структуры и другие ее параметры подбираются динамически на основе особенностей анализируемых данных. Если создаваемая сетевая структура не является слишком сложной, то может быть построено эквивалентное ей выражение на языке символических правил системы.

В результате работы метода полиномиальной нейронной сети в среде программы PolyAnalyst 4.6 были выведены статистическая оценка найденных правил (табл.1) и правила предсказания для выбранных

целевых переменных (табл..2), в качестве которых использовали стоимостные параметры, таким образом, выполняется анализ – обобщение, выявляющий влияние выбранных факторов на выходные параметры.

Таблица 1 – Статистическая оценка правила предсказания  
метода полиномиальная нейронная сеть

	Сана- ция	Ø500		Ø600		Ø750		Ø900	
		замена	стр-во	замена	стр-во	замена	стр-во	замена	стр-во
Индекс значимо- сти	66,78	52,78	72,06	3,335	69,47	18,14	18,39	13,27	11,34
Стандартная ошибка	0,2638	0,1726	0,1726	0,2344	0,1726	0,2123	0,2123	0,0241	0,0241
R-squared	0,9304	0,9702	0,9702	0,945	0,9702	0,9549	0,9549	0,9994	0,9994
Стандартное отклонение	145,1	48,51	43,35	334,8	72,25	140,5	128,7	17,89	16,35
Число обработан- ных точек	209	139	139	139	139	52	52	31	31
Количество слоев сети	1	1	1	2	1	1	1	1	1
Количество узлов сети	3	3	3	7	3	3	3	3	3

Для общей оценки достоверности полученных правил предсказаний используется индекс значимости, который вычисляется как отношение стандартного отклонения результата, полученного для искусственно созданных данных к стандартному отклонению результата, полученного на реальных данных. Правило считается значимым, если стандартное отклонение, полученное на реальных данных меньше чем для случайно сгенерированных таблиц и больше двух [3]. При довольно малом значении стандартной ошибки и стандартного отклонения значимость полученных результатов очень велика. Это является важнейшим индикатором того, что правила действительно отражают реальные зависимости в данных. Относительная простота построенной зависимости позволила продемонстрировать правила предсказания.

Таким образом, в результате работы данного алгоритма исследования были получены правила, которые могут использоваться для обобщенного анализа чувствительности, силы влияния отдельных параметров на выходные данные. По результатам такого анализа можно исключить из рассмотрения факторы с несущественным влиянием и выявить определяющие. В рассматриваемом случае вычислительный модуль выделил в качестве наиболее влияющих факторов атрибуты “количество повреждений за 4,5 года” и “среднее количество повреждений на 1 км”.

Применение метода нейронных сетей позволяет классифицировать элементы моделируемого объекта и произвести первичный прогноз его функционирования. Полученное решение оказалось высокоэффективным в задаче распознавания образов, имеющих наиболее ве-

сомые значения межнейронных связей, обеспечивающих наибольшую близость ответов сети к известным правильным решениям.

Недостаток данного метода связан с тем, что набор описывающих входных факторов формулируется экспертом-человеком и может оказаться неполным и противоречивым.

Нами предложена новая методология использования метода обучения нейронных сетей, позволяющая строить математическую модель объекта и прогнозировать его функционирование. В качестве локального решения выбранной подзадачи предлагается неописанный ранее способ представления статистических данных для выявления значащих факторов при выборе работ по реконструкции потокораспределительных магистралей.

Созданная технология позволяет выявлять в анализируемых данных неявные закономерности, а полученные модели ускоряют процесс анализа данных и делают локализацию искомого решения более точной.

К перспективам дальнейших исследований в вопросе повышения эффективности современных АСУ потокораспределением в инженерных сетях следует отнести создание экспертных систем для планирования и управления реальными производственными процессами.

1.Рябченко И.Н. Моделирование процессов потокораспределения в системах подачи и распределения воды с использованием ПЭВМ. – Харьков: Основа, 1998. – 188 с.

2.Фролов Ю.В. Интеллектуальные системы и управленческие решения. – М.: МГПУ, 2000. – 294 с.

3.Вороновский Г.К. и др. Генетические алгоритмы, искусственные нейронные сети и проблемы виртуальной реальности. – Харьков: Основа, 1997. – 112 с.

*Получено 16.07.2004*

УДК 004.4 : 621.311

**З.В.ДУДАРЬ, М.В.ЗБИТНЕВА**, кандидаты техн. наук, **А.В.КОМИССАРОВ**  
*Харьковский национальный университет радиоэлектроники*

## **АНАЛИЗ ФОРМАТА PNG ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВОГО ВОДЯНОГО ЗНАКА**

Анализируется робастность и пропускная способность формата PNG. Предлагается метод встраивания цифрового водяного знака в формат PNG. Практическую ценность определяет существующий сегодня во всех областях человеческой деятельности, в том числе и для коммунального хозяйства городов, актуальный вопрос подтверждения авторских прав графических контейнеров.

С повышением производительности компьютерных систем и сетей большая часть информации стала храниться и передаваться в циф-